

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

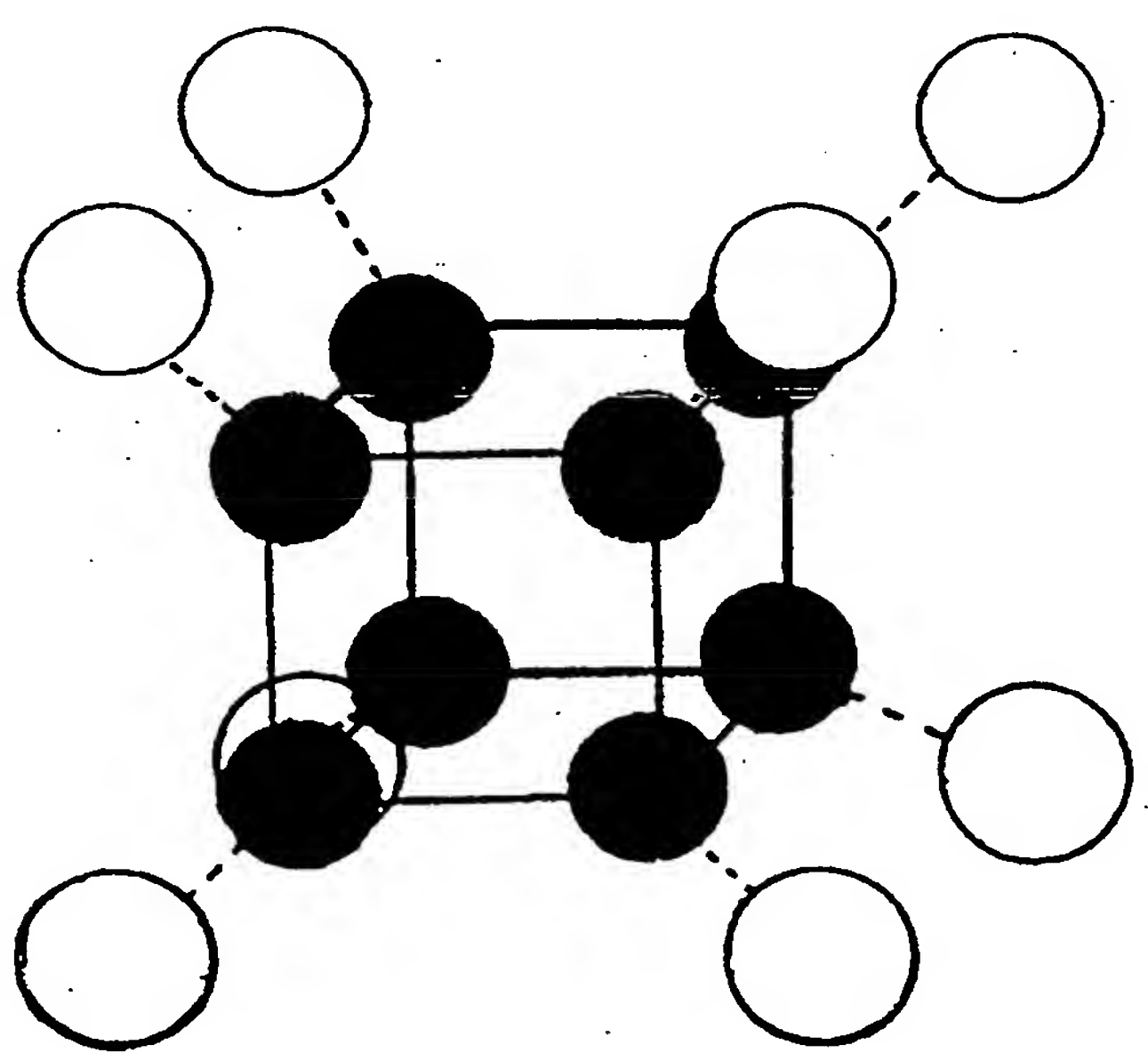


PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro

INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation 6 : H01L 29/26		A2	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 99/13511 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 18. März 1999 (18.03.99)
<div>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE98/02668</div> <div>(22) Internationales Anmeldedatum: 9. September 1998 (09.09.98)</div> <div>(30) Prioritätsdaten:<div><div>197 39 491.49. September 1997 (09.09.97)DE</div><div>197 43 755.92. Oktober 1997 (02.10.97)DE</div><div>197 46 395.921. Oktober 1997 (21.10.97)DE</div></div></div> <div>(71) Anmelder: SCHMITT, Klaus [DE/DE]; Salzstrasse 1a, D-85622 Feldkirchen (DE). MARTIN, Reinhold [DE/DE]; Salzstrasse 1a, D-85622 Feldkirchen (DE).</div> <div>(74) Anwalt: MARTIN, Reinhold; Altheimer Eck 5, D-80331 München (DE).</div>		<div>(81) Bestimmungsstaaten: AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE, GH, GM, HU, ID, IL, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, UZ, VN, YU, ZW, ARIPO Patent (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).</div> <div>Veröffentlicht Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.</div>	
<div>(54) Title: P-DOPED SILICON MACROMOLECULE WITH A MULTILAYER STRUCTURE, METHOD FOR PRODUCING THE SAME, DEVICE FOR CARRYING OUT SAID METHOD, AND A TRANSISTOR CONSTRUCTED ON THE BASIS OF THE SILICON MACROMOLECULE</div> <div>(54) Bezeichnung: P-DOTIERTES SILIZIUM-MAKROMOLEKÜL MIT MEHRFLÄCHIGER STRUKTUR, VERFAHREN ZU SEINER HERSTELLUNG UND VORRICHTUNG ZUR DURCHFÜHRUNG DES VERFAHRENS SOWIE BASIEREND AUF DEM SILIZIUM-MAKROMOLEKÜL AUFGEBAUTER TRANSISTOR</div> <div>(57) Abstract <p>The invention relates to a P-doped silicon macromolecule with a multilayer structure. A dopant atom is molecularly allocated to each silicon atom, the dopant atom of each molecule being located on the corners of an outer multi-surfaced structure and the silicon atom of each molecule being located on the corners of an inner multi-surfaced structure which is laterally parallel to the outer multi-surfaced structure.</p></div> <div>(57) Zusammenfassung <p>Die Erfindung betrifft ein p-dotiertes Silizium-Makromolekül mit mehrflächiger Struktur, bei dem jedem Siliziumatom ein Dotierstoffatom molekular zugeordnet ist, das Dotierstoffatom der jeweiligen Moleküle an den Ecken eines äußeren Mehrflächners angeordnet ist, und das Siliziumatom der jeweiligen Moleküle an den Ecken eines zum äußeren Mehrflächner seitenparallelen inneren Mehrflächners angeordnet ist.</p></div>			



LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

**P-dotiertes Silizium-Makromolekül mit mehrflächiger Struktur,
Verfahren zu seiner Herstellung und Vorrichtung zur Durchfüh-
rung des Verfahrens sowie basierend auf dem
Silizium-Makromolekül aufgebauter Transistor**

Die Erfindung liegt auf dem Gebiet von Sperrschichtkristallen für Halbleiterbauelemente, und betrifft insbesondere einen Mehrkanaltransistor auf Grundlage einer Mehrkanal-Basis-schicht sowie dessen Ansteuerung.

Für die Sperrschicht von beispielsweise herkömmlichen bipola- ren Transistoren und von Dioden wird üblicherweise eine Struktur verwendet, die Silizium bzw. dotiertes Silizium in einer Kristallanordnung enthält, wie sie in der Natur vor- kommt, d.h. in Gestalt einer Pechblendenkonfiguration. Nach- teilig ist dabei, daß eine derartige Pechblendenkonfiguration grundsätzlich nur mit einem einzigen Steuerstrom beschickt werden kann, der entsprechend nur eine einzige Dioden- bzw. Transistorfunktion auslösen kann. Aufgrund einer unmittelba- ren galvanischen Verbindung mit der Umgebung ist eine derar- tige Sperrschicht auf das Anlegen einer Bias-Spannung ange- wiesen, um die materialbedingte Schwellenspannung von typi- scherweise 0,7 V zu überwinden. Dies ist mit Verlustleistung verbunden, die entsprechend abgeleitet werden muß. Ein weite- rer Nachteil besteht darin, daß aufgrund der unmittelbaren galvanischen Verbindung der Sperrschicht mit den angrenzenden Halbleiterschichten des Halbleiterbauelements nur Ströme identischer Ladungsträgersubstanz transportierbar sind.

Der herkömmliche bipolare Transistor besteht im wesentlichen aus drei Schichten, der Emitterschicht, der Basisschicht, und der Kollektorschicht. Das Grundmaterial ist üblicherweise Si- licium, welches quasi durch "Einschmelzen" in die gewünschte Form gebracht wird. Durch äußere Einwirkung während der Her-

stellung des Transistors lassen sich in den Schichten unterschiedliche elektrische Eigenschaften erreichen, nämlich durch einen Mangel oder einen Überschuß an Elektronen. Der Nachteil dieses herkömmlichen bipolaren Transistors besteht darin, daß er nur jeweils mit einem einzigen Steuerstrom beaufschlagt werden kann. Dies bedeutet für komplexere Schaltungen, daß eine entsprechend große Anzahl an Transistoren erforderlich ist.

Angesichts dieses Standes der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Sperrschichtmaterial für Halbleiterbauelemente bereitzustellen, das bei vollständiger galvanischer Trennung ohne die Notwendigkeit einer Bias-Spannung eine Mehrzahl differenzierter Steuerströme für ein entsprechend differenziertes Verhalten des Halbleiterbauelements verarbeiten kann.

Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein Verfahren zur kostengünstigen Herstellung eines derartigen Sperrschichtmaterials bereitzustellen. Außerdem soll durch die Erfindung eine problemlos betreibbare und kostengünstig erstellbare Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens geschaffen werden.

Noch eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist, eine Steuereingangsstruktur zur Ansteuerung der aus dem erfindungsgemäßen Sperrschichtmaterial bestehenden Basis eines Transistors zu schaffen, die einfach und kostengünstig realisierbar ist und zuverlässig arbeitet.

Gelöst wird diese Aufgabe hinsichtlich des Sperrschichtmaterials durch die Merkmale des Anspruchs 1, hinsichtlich des Herstellungsverfahrens durch die Merkmale des Anspruchs 4 und hinsichtlich der Vorrichtung durch die Merkmale des Anspruchs 16 und hinsichtlich der Steuereingangsstruktur des Transistors durch die Merkmale des Anspruchs 23. Vorteilhafte

Verwendungen des Sperrschichtmaterials sind in den Ansprüchen 20, 21 und 22 genannt. Vorteilhafte Weiterbildungen des Sperrschichtmaterials, des Verfahrens bzw. der Vorrichtung und der Steuereingangsstruktur sind in den Unteransprüchen angegeben.

Mit anderen Worten schafft die Erfindung ein Sperrschichtmaterial auf Grundlage eines p-dotierten Silizium-Makromoleküls mit mehrflächiger Struktur. Die erfindungsgemäße komplexe kristalline Makromolekülkonstruktion nutzt die Erkenntnis aus, daß Elektronen nur zwischen zueinander parallel verlaufenden Oberflächen ausgetauscht werden können. Durch parallele Oberflächenpaare werden in der Sperrschicht gewissermaßen Ladungsträger-Übertragungskanäle geschaffen; d.h. im wesentlichen senkrecht zu diesen Oberflächenpaaren lassen sich kanalweise Ladungsträger gegenseitig unbeeinflusst übertragen. Im Falle eines Transistors mit einer dementsprechend aufgebauten Basis führt diese kanalweise Steuerung dazu, daß die Quantität und Qualität des Verstärkungseffekts durch die Quantität und Qualität des jeweiligen Eingangssignals bestimmt ist, wobei am Ausgang des Transistors ein Gemisch aus qualifizierten Spannungsquanten zur Verfügung steht, das ein zuordenbares Abbild der Steuerspannung darstellt.

Während der herkömmliche bipolare Transistor auf dem Prinzip basiert, einen definierten Verstärkungseffekt auf Grundlage einer einzigen Steuerspannung zu erzeugen, wobei am Ausgang des Transistors jeweils das Abbild dieser einzigen Steuerspannung zur Verfügung steht, läßt es die auf Grundlage der makromolekularen Sperrschicht aufgebaute Basis eines Transistors zu, eine Vielzahl von Steuersignalen, die herkömmlicherweise durch eine Vielzahl von Transistoren verarbeitet werden müssen, in einem einzigen Transistor zu verarbeiten, wobei am Ausgang ein qualifiziertes Gemisch von Abbildern der Steuersignale anliegt, das problemlos interpretiert bzw. entschlüsselt werden kann.

Im einzelnen lassen sich mit einem Transistor, der auf Grundlage einer erfindungsgemäßen makromolekularen Basis aufgebaut ist, die folgenden Vorteile erzielen: Während der herkömmliche bipolare Transistor angewiesen ist, die materialseitig vorgegebene Schwellenspannung mit Hilfe einer Bias-Spannung zu überwinden, kommt der Transistor auf Grundlage der makromolekularen Basis ohne einen durch die Bias-Spannung hervorgerufenen Bias-Strom aus, weil das zwischen Kollektor- und Emitterschicht bestehende elektrische Feld aufgrund der extrem geringen atomaren Dichte des Basismaterials hinreicht, die vom Material vorgegebene Schwellenspannung zu überwinden, ohne einen Basisstrom zu erzeugen. Das heißt, ein derart aufgebauter Transistor benötigt im Ruhezustand keinerlei Stromversorgung, was wiederum den Vorteil erbringt, daß ausschließlich die angelegten Eingangsspannungen elektrische Reaktionen im Transistor auslösen. Da bei dem derart strukturierten Transistor kein Bias-Strom fließt, wird auch keine durch entsprechende Maßnahmen abzuführende Abwärme erzeugt. Außerdem zeichnet sich ein derartig strukturierter Transistor durch einen extrem hohen elektrischen Rauschabstand aus.

Ein weiterer Vorteil eines mit der erfindungsgemäßen makromolekularen Basis aufgebauten Transistors besteht darin, daß er sowohl mit sehr geringen wie mit sehr hohen Spannungen betrieben werden kann. Im einzelnen läßt sich dieser Transistor deshalb bereits mit geringen Spannungen betreiben, weil die geringe atomare Substanz des Basismakromoleküls eine hohe elektrische Sensibilität des Gesamtsystems zur Folge hat. Hohe Spannungen können durch diesen Transistor deshalb problemlos verarbeitet werden, weil die geometrische Konfiguration des Basismoleküls die Elektronenströme weiträumig verteilt zwischen den Schichten überträgt.

Im Gegensatz zu einem herkömmlich strukturierten Halbleiter, beispielsweise einem Transistor oder einer Diode, zeichnet

sich ein mit der erfindungsgemäßen makromolekularen Sperrschicht aufgebautes Halbleiterbauelement durch eine vollständige galvanische Trennung der Sperrschicht zu der bzw. den angrenzenden Schichten des Halbleiterbauelements aus, was im Fall eines Transistors, dessen Basis mit der erfindungsgemäßen makromolekularen Sperrschicht realisiert ist, den Vorteil erbringt, daß der Transistor ein galvanisches Trennelement in einem Schaltkreis bildet. Dasselbe gilt sinngemäß für eine Diode.

Die vorstehend angesprochene galvanische Trennung zwischen der makromolekularen Sperrschicht und der bzw. den angrenzenden Schichten eines Halbleiterbauelements läßt sich auch wie folgt beschreiben: Aufgrund der galvanischen Trennung im Halbleiterbauelement stehen am Ausgang des Halbleiterbauelements bezogen auf den Eingang des Halbleiterbauelements quantitative identische jedoch neue Ladungsträger zur Verfügung.

Erreicht werden die vorstehend angesprochenen Eigenschaften des erfindungsgemäßen Sperrschichtmaterials durch dessen speziellen strukturellen Aufbau, wie er in Anspruch 1 für den allgemeinen Fall eines Mehrflächners und in Anspruch 2 und 3 für den Fall einer hexaederförmigen bzw. dodekaederförmigen Struktur ausgeführt ist.

Zur Ansteuerung der vorstehend im einzelnen erläuterten Makromolekül-Basis eines hiermit ausgerüsteten Transistors ist erfindungsgemäß eine Steuereingangsstruktur vorgesehen, mit mit zumindest einem externen Modulationskondensator, der leitend mit einem Dipol innerhalb der Emitter/Basisgrenze des Transistors verbunden ist, aus einem am Kondensator anliegenden Steuereingangssignal ein Trägersignal gewinnt und derart bemessen ist, daß die Halbwellenlänge des Trägersignals dem Abstand vom Dipol zu der Mitte einer Fläche des inneren Silizium-Mehrflächners entspricht, um so dem Steuereingangssignal die durch diese Fläche definierte Ladungsträgerflußrichtung

zur gegenüberliegenden parallelen Fläche und damit zur Kollektorschicht zu öffnen.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand der Zeichnungen beispielhaft näher erläutert;

Fig. 1 zeigt dreidimensional eine Grundeinheit des erfindungsgemäßen Makromoleküls hexaederförmiger Struktur,

Fig. 2 zeigt eine zweidimensionale Darstellung des Makromoleküls von Fig. 1 in kristallinem Verbund mit einer weiteren derartigen Makromolekül-Grundeinheit,

Fig. 3 zeigt eine Ausführungsform der Vorrichtung zur Herstellung des in Rede stehenden Makromoleküls in schematischer Darstellung,

Fig. 4 zeigt schematisch das in Rede stehende Makromolekül als Basisschicht für einen Transistor,

Fig. 5 zeigt schematisch eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Steuereingangsstruktur für einen mit dem Makromolekül ausgerüsteten Transistor, und

Fig. 6 zeigt schematisch die Funktion der Ansteuerung gemäß Fig. 5.

Fig. 1 zeigt dreidimensional eine Grundeinheit des erfindungsgemäßen Makromoleküls hexaederförmiger Struktur. Fig. 2 zeigt eine zweidimensionale Darstellung des Makromoleküls von Fig. 1 im kristallinen Verbund mit einer weiteren derartigen Makromolekül-Grundeinheit. In beiden Figuren sind Siliziumatome durch schwarz gefüllte Kreise bzw. Kugeln und Dotierstoffatome durch unausgefüllte Kreise bzw. Kugeln gezeigt.

Wie in Fig. 1 gezeigt, befinden sich die Siliziumatome des p-dotierten Silizium-Makromoleküls in den Eckenpositionen eines inneren Würfels. Dieser innere Würfel stellt einen Bindungswürfel für die Siliziumatome dar. Der innere Siliziumwürfel ist von einem flächenparallelen äußeren Dotierstoff-Würfel umgeben, an dessen Ecken die Dotierstoffatome sitzen, ohne jedoch gegenseitig eine Bindung einzugehen; d.h. die Dotier-

stoffatome sind in diesen Positionen ausschließlich an die zugehörigen Siliziumatome gebunden.

Aufgrund der noch nicht abgesättigten Bindungstendenzen der acht Siliziumatome des Silizium-Innenwürfels führt ein auf die acht Siliziumatome eines benachbarten Makromoleküls gerichtetes Bindungsbestreben zu einer optimalen nahen Anordnung der Siliziumatome benachbarter Makromoleküle mit der Folge, daß diese so ausgerichtet sind, daß ihre Dotierstoffatome in den Flächenmitten des inneren Würfels des erstgenannten Makromoleküls zu liegen kommen, wie in Fig. 2 für ein einziges benachbartes Makromolekül gezeigt. Mit anderen Worten stellen diese in den Flächenmitten zu liegen kommenden Dotierstoffatome (in Fig. 2 mit "X" bezeichnet) im kristallinen Rahmen einen elektrisch wirksamen Abstandhalter dar, der zu einem gegenseitigen Abstand der Siliziumatome benachbarter Makromoleküle führt, der so groß ist, daß ein direkter Bindungselektronenaustausch zwischen diesen Siliziumatomen unmöglich ist. Deren Elektronentransport findet deshalb ausschließlich über Feldtransport statt. Dies ist Ursache für die vorstehend erläuterte galvanische Trennung.

Im folgenden wird das erfindungsgemäße Verfahren zum Herstellen des p-dotierten Silizium-Makromoleküls näher erläutert, das im Anspruch 4 definiert ist, und von welchem vorteilhafte Ausführungsformen in den Ansprüchen 5 bis 15 genannt sind.

Am Anfang des Verfahrens steht die Erzeugung von monoatomarem Siliziumdampf, der durch entsprechende Temperaturzufuhr in einem energetischen Zustand so versetzt wird, daß eine spontane Rekristallisation der Siliziumatome unterbunden wird, daß aber andererseits ein Bestreben der Siliziumatome vorliegt, sich mit in Dampfform zugeführten Dotierstoffen vorrangig molekular zu binden.

Im Augenblick der molekularen Verbindung der Siliziumatome mit den zugeordneten Dotierstoffatomen findet ein Bindungselektronenpaar-Austausch zwischen den Bindungsbahnen der beiden Bindungspartner statt, dessen Ladungsträgerverschiebung zu einer elektrischen Reaktion in einem von außen angelegten Magnetfeld und damit zu einer gerichteten Bewegungsreaktion des neu entstandenen Molekülpaares aus Silizium und Dotierstoffatomen führt. Diese Bewegungsreaktion kann durch Rotation des externen Magnetfelds in eine Kreisbahn überführt werden, deren Rotationsfrequenz abhängig ist von der Rotationsfrequenz des externen Magnetfelds. Damit werden sämtliche dieser Moleküle in eine relativ eng begrenzte Kreisbahn so angeordnet, daß die schweren Dotierstoffatome auswärts weisen und die leichten Siliziumatome eine Innenbahn beschreiben.

Im wesentlichen laufen damit die leichteren Siliziumatome auf einer inneren Kreisbahn und die schwereren Dotierstoffatome auf einer äußeren Kreisbahn um. Während die auf der Außenbahn umlaufenden Dotierstoffatome sich im Zustand der Bindungssättigung befinden, verbleiben die auf der Innenbahn umlaufenden Siliziumatome in einem potentiell bindungsfähigen Zustand.

Dieser Umstand wird nun erfindungsgemäß dazu ausgenutzt, eine Kristallisation gezielt so durchzuführen, daß die Siliziumatome gegenseitig eine Bindung eingehen, indem die beiden verbleibenden, nicht an der Anbindung der Dotierstoffatome beteiligten Bindungselektronen benutzt werden, benachbarte Silizium-Dotierstoffmoleküle siliziumseitig miteinander kristallin zu binden. Erhalten wird dadurch ein Makromolekül mit Silizium-Innengitter und Dotierstoffaußenstruktur.

Derartige Makromoleküle können zu einem größeren Makromolekülverband zusammengesetzt werden, indem die Bindungskräfte der Silizium-Innengitter zwischen den einzelnen Makromolekülen eine Bindungstendenz schaffen, die in deren Vervollstän-

digung durch die als Abstandhalter fungierenden Dotierstoffaußenatome derart beeinträchtigt wird, daß bei stabiler Gitterstruktur keine unmittelbare galvanische Verbindung der Silizium-Innengitter hergestellt wird. Das heißt, die Silizium-Innengitter sind voneinander durch die Dotierstoffatome (galvanisch) getrennt.

Vorteilhafterweise wird das erfindungsgemäße Verfahren so geführt, daß das Einspritzen des Dotierstoffs spontan bzw. mit einer gegen Null gehenden Zeitdauer erfolgt, um möglichst jedem Siliziumatom gleichzeitig ein Dotierstoffatom zuzuführen.

Ferner ist vorteilhafterweise in der Praxis so vorzugehen, daß das Abkühlen nach dem Einspritzen um ein vorbestimmten Zeitintervall verzögert erfolgt, um zu gewährleisten, daß sämtliche Dotierstoffmoleküle eine für eine Spontankristallisation ideale Konfigurationsposition auf den beiden Umlaufbahnen angenommen haben.

Grundsätzlich eignet sich jede Art Dotierstoffatom für das vorstehend erläuterte erfindungsgemäße Verfahren zur Erzeugung eines p-dotierten Silizium-Makromoleküls. Im Fall, daß Aluminium als Dotierstoff verwendet wird, wird durch das erfindungsgemäße Verfahren eine Dodekaederstruktur erzielt, wenn die Temperatur des monoatomaren Siliziumdampfs und die Rotationsfrequenz des externen Magnetfelds auf den in den Ansprüchen 10 bis 15 genannten Größen eingestellt werden.

Eine bevorzugte Ausführungsform der in den Ansprüchen 16 bis 19 beanspruchten Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist in Fig. 3 schematisch gezeigt.

Die Vorrichtung weist gemäß Fig. 3 eine Unterdruck-Nebelkammer 1 auf, die beispielsweise quaderförmige Gestalt haben kann. Grundsätzlich kommt aber auch eine beliebige andere Gestalt, wie etwa eine Kugelgestalt für die Unterdruck-Nebel-

kammer 1 in Betracht. Die Nebelkammer 1 ist bodenseitig beheizbar. Zu diesem Zweck ist an der Außenseite des Bodens der Nebelkammer 1 eine Heizeinrichtung 2 angeordnet, die in direktem Kontakt mit diesem Boden steht. Grundsätzlich kann aber auch eine andere bekannte Heizmaßnahme für die Unterdruck-Nebelkammer 1 vorgesehen sein.

Auf dem Boden der Nebelkammer 1, d.h. über der Heizeinrichtung 2 ist in der Unterdruck-Nebelkammer 1 zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ein Siliziumkristall 3 angeordnet, der durch Wärmezufuhr über den Boden der Kammer verdampft werden soll.

Die Unterdruck-Nebelkammer 1 ist durch einen ringförmigen Elektromagneten 4 umschlossen, dessen nicht dargestellte Mittellängsachse mit der vertikalen Mittellängsachse der Nebelkammer 1 zusammenfällt. Beispielsweise in der Oberseite der Unterdruck-Nebelkammer 1 ist ein Einlaß 5 mit einem nicht dargestellten Ventil vorgesehen, um Dotierstoffdampf in die Unterdruck-Nebelkammer 1 definiert einzuleiten. Ein weiterer Einlaß 6 dient zur Zufuhr von Kühlmittel in das Innere der Nebelkammer 1.

Mit Hilfe der in Fig. 2 gezeigten Vorrichtung läßt sich das vorstehend im einzelnen erläuterte Verfahren zur Herstellung eines p-dotierten Silizium-Makromoleküls mit mehrflächiger Struktur problemlos durchführen.

Wie in Fig. 4 gezeigt, besteht der Transistor in herkömmlicher Weise aus einer Emitterschicht 11 und einer Kollektorschicht 12. Im Gegensatz zum herkömmlichen bipolaren Transistor, bei dem die Basis ebenfalls als unstrukturierte Schicht gebildet ist, die zwischen Emitterschicht und Kollektorschicht liegt, ist beim erfindungsgemäßen Transistor die Basis als komplexe kristalline Makromolekülkonstruktion strukturiert.

Von dieser komplexen Makromolekülkonstruktion ist in der Figur lediglich schematisch eine einzige Elementarzelle am Beispiel eines Würfels bzw. Hexaeders gezeigt, der in der flächigen Darstellung der Figur in ein Quadrat projiziert ist, das mit der Bezugsziffer 13 versehen ist. Dieser Würfel bzw. dieses Quadrat 13 ist derart angeordnet, daß der Würfel jeweils mit einer pyramidalen Hälfte in die Emitterschicht 11 bzw. die Kollektorschicht 12 hineinragt. Im zweidimensionalen Abbild kommen damit jeweils zwei parallele Kanten des Quadrats 13 (Oberflächen im Würfel) in der Emitterschicht 11 bzw. der Kollektorschicht 12 zu liegen. Damit liegt eine Kante 13a in der Emitterschicht 11 und eine dazu parallele Kante 13b in der Kollektorschicht 12, während eine weitere Kante 13c in der Emitterschicht 11 und eine dazu parallele Kante 13d in der Kollektorschicht 12 zu liegen kommt.

Die Arbeitsweise des erfindungsgemäßen Transistors ist wie folgt: Eine an einem nachfolgend beschriebenen Steuereingang angelegte, auf die Würfelfläche bzw. die Quadratkante 13c wirkende Steuerspannung führt zu einem Ladungsträgertransport z.B. von der Kante (Oberfläche des Würfels) 13c zu der Kante (Oberfläche des Würfels) 13d, wie durch den Pfeil 16 schematisch dargestellt ist. Zwischen diesen beiden Schichten, die durch die Kanten (Oberfläche des Würfels) 13c, 13d des Würfels 13 schematisch verdeutlicht sind, findet der normale transistorische Effekt statt. In ähnlicher Weise führt eine auf die Würfelfläche bzw. die Quadratkante 13a wirkende Steuerspannung zu einem Ladungsträgertransport von der Kante (Oberfläche des Würfels) 13a zu der Kante (Oberfläche des Würfels) 13b, was zu dem üblichen transistorischen Effekt in dieser Übertragungsrichtung führt, wobei in an sich bekannter Weise zwischen Emitterschicht und Kollektorschicht eine Versorgungsgleichspannung angelegt ist.

Aufgrund der naturgemäßen elektrischen Verhaltensweise von Kristallen findet keine Wechselwirkung zwischen den durch die Steuerspannungen in der makromolekularen Basis 1 ausgelösten Strömen statt, so daß von einem gegenseitig unbeeinflussten Ladungsträgertransport gesprochen werden kann.

Der Transistor ist nicht auf eine Makromolekülstruktur mit einem Würfel als Elementarzelle beschränkt. Vielmehr kommt als Elementarzelle grundsätzlich jeder Mehrflächner in Betracht, der zumindest vier Oberflächen hat, wie etwa ein Dodekaeder, von welchen Oberflächen jeweils zwei zum Ladungsträgertransport einander unter Abstand gegenüberliegen.

Nachfolgend wird anhand von Fig. 5 und 6 die Ansteuerung des p-dotierten Basismakromoleküls für den Transistor von Fig. 1 erläutert.

Gezeigt ist in Fig. 5 die zweidimensionale Projektion des Makromoleküls von Fig. 2 ähnlich Fig. 1, eingebettet in die Emitterschicht des Transistors, wie in Fig. 1 gezeigt. Schematisch ist in Fig. 5 ein Steuereingang 18 gezeigt, der außerhalb des Transistors einen Modulationskondensator 19 und innerhalb der Emitterschicht einen Dipol 100 aufweist, der galvanisch mit dem einen Anschluß des Modulationskondensators 19, beispielsweise mittels eines Drahts 110 verbunden ist. An den anderen Anschluß des Modulationskondensators 19 wird ein Steuersignal angelegt, wie durch einen Pfeil 120 symbolisiert. Diese Steuereingangsstruktur wird, wenn mehr als ein Kanal des Transistors angesteuert werden soll, durch eine entsprechende Anzahl an Modulationskondensatoren ergänzt, die z.B. parallel über den Draht 111 an den Dipol 100 angeschlossen sind.

Der Steuereingang 18 dient dazu, ein Steuereingangssignal in das Basismakromolekül gezielt einzuspeisen und, wie in Fig. 1 rein schematisch gezeigt und erläutert, zwischen parallelen

Flächenmitten des inneren Siliziumwürfels Ladungsträger zu übertragen.

Erfindungsgemäß basiert die Steuersignal-Übertragung auf einer mittels des Modulationskondensators 19 aus dem Steuereingangssignal 120 abgeleiteten und diesem aufmodulierten Trägersignal, dessen Frequenz aufgrund des Modulationskondensators 19 so bemessen ist, daß der Nulldurchgang einer Trägerhalbwellenlänge exakt im Abstand zwischen Dipol 100 und einer einzigen Flächenmitte des inneren Siliziumwürfels entspricht. In Fig. 5 sind entsprechende Verhältnisse zwischen dem Dipol 100 und der Flächenmitte 130 (Kante 13c in Fig. 1) des p-dotierten Basismakromoleküls bzw. der Flächenmitte 140 (Kante 13a in Fig. 1) dieses Moleküls für ein weiteres Steuereingangssignal schematisch darstellt, das über einen, nicht dargestellten, weiteren entsprechend dimensionierten Modulationskondensator in die Steuereingangsstruktur eingespeist wird. Die Ausbreitungsrichtung der entsprechenden Signalwellenzüge 150 bzw. 160 ist durch eine strichlierte Linie 17 schematisch dargestellt. Zweck des Trägersignals bzw. der Trägerwelle ist, der entsprechenden Flächenmitte 130, 140 das jeweilige Steuereingangs(nutz)signal zuzuführen und diesem Signal die durch diese Fläche und die gegenüberliegende parallele Fläche des Makromoleküls definierte Durchlaßrichtung zuzuordnen bzw. im Sinne eines Tors bzw. Gates zu öffnen. Mit anderen Worten hat das jeweilige Trägersignal für das zugeordnete Steuereingangsnutzsignal Torfunktion.

Typischerweise ist die Frequenz des Trägersignals bzw. der Trägerwelle um mehrere Zehnerpotenzen größer als die Frequenz des zugeordneten Steuereingangsnutzsignals. Für den Fall eines NF-Signals bedeutet dies beispielsweise, daß die Frequenz des Trägersignals im Gigahertzbereich liegt, weshalb dieses Hilfssignal nicht relevant ist für die typische Weiterverarbeitung eines NF-Signals. Grundsätzlich kann das Trägersignal jedoch später, d.h. nach Verlassen des Transistors

vom Nutzsignal abgetrennt werden, beispielsweise durch einen inversen Vorgang wie bei der Aufmodulation des Trägersignals auf das Steuereingangssignal am Eingang des Transistors.

Patentansprüche

1. P-dotiertes Silizium-Makromolekül mit mehrflächiger Struktur, bei dem jedem Siliziumatom ein Dotierstoffatom molekular zugeordnet ist, das Dotierstoffatom der jeweiligen Moleküle an den Ecken eines äußeren Mehrflächners angeordnet ist, und das Siliziumatom der jeweiligen Moleküle an den Ecken eines zum äußeren Mehrflächners seitenparallelen inneren Mehrflächners angeordnet ist.
2. P-dotiertes Silizium-Makromolekül nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß es eine hexaederförmige Struktur hat.
3. P-dotiertes Silizium-Makromolekül nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß es eine dodekaederförmige Struktur hat.
4. Verfahren zum Herstellen des p-dotierten Silizium-Makromoleküls nach einem der Ansprüche 1 bis 3, aufweisend die Schritte:
 - a) Verdampfen eines Siliziumkristalls in einer geschlossenen Umgebung zur Erzeugung eines monoatomaren Siliziumdampfes,
 - b) Erzeugen eines den monoatomaren Siliziumdampf umschließenden rotierenden magnetischen Felds,
 - c) Einspritzen von wenigstens einem Dotierstoff in den monoatomaren Siliziumdampf zur Erzeugung eines monomolekularen Silizium-Dotierstoffdampfes, und
 - d) Abkühlen des monomolekularen Silizium-Dotierstoffdampfes auf eine Temperatur unterhalb der Kristallisationsgrenze.
5. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Einspritzen (Schritt c)) des Dotierstoffdampfes

spontan bzw. mit einer gegen Null gehenden Zeitdauer erfolgt, um möglichst jedem Siliziumatom gleichzeitig ein Dotierstoffatom zuzuführen.

6. Verfahren nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Abkühlen nach dem Einspritzen um ein vorbestimmtes Zeitintervall verzögert erfolgt, um zu gewährleisten, daß sämtliche Dotierstoffatome eine für eine Spontankristallisation (Schritt d)) ideale Konfigurationsposition angenommen haben.
7. Verfahren nach Anspruch 4, 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß Wärme zugeführt wird, um den monoatomaren Zustand des Siliziumdampfes in den Schritten a) bis c) aufrechtzuerhalten.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das magnetische Feld ein elektromagnetisches Feld ist.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Dotierstoff Aluminium ist.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Temperatur des monoatomaren Siliziumdampfes zwischen 110 und 240 °C beträgt.
11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Temperatur des monoatomaren Siliziumdampfes zwischen 175 und 190 °C beträgt.
12. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Temperatur des monoatomaren Siliziumdampfes etwa 184 °C beträgt.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Rotationsfrequenz des magnetischen Felds zwischen 500 Hz und 50 kHz beträgt.
14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Rotationsfrequenz des magnetischen Felds zwischen 9 kHz und 16 kHz beträgt.
15. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Rotationsfrequenz des magnetischen Felds etwa 12 kHz beträgt.
16. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 4 bis 15, gekennzeichnet durch eine beheizbare Unterdruck-Nebelkammer (1) zur Aufnahme eines Siliziumkristalls (3) mit zumindest einem Dotierstoffdampf-Einlaß (5), und einen die Nebelkammer (1) umschließenden Magneten (4) zur Erzeugung eines rotierenden Magnetfelds.
17. Vorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß der Magnet (4) Ringform hat.
18. Vorrichtung nach Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, daß der Magnet (4) ein Elektromagnet ist.
19. Vorrichtung nach Anspruch 16, 17 oder 18, gekennzeichnet durch einen weiteren Einlaß (6) für Kühlmittel.
20. Verwendung des p-dotierten Makromoleküls nach Anspruch 1, 2 oder 3 als elektronendefizitäres Steuerelement eines Halbleiters.
21. Verwendung nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß das p-dotierte Silizium-Makromolekül als Sperrschichtkristall einer NP-Diode dient.

22. Verwendung nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß das Silizium-Makromolekül als Basissperrschichtkristall eines NPN- Transistors dient.
23. Transistor mit einer Emitterschicht (11), einer Kollektorschicht (12) und einer Basis-einrichtung (13), die ein P-dotiertes Silizium-Makromolekül mit mehrflächiger Struktur aufweist, bei dem jedem Siliziumatom ein Dotierstoffatom molekular zugeordnet ist, das Dotierstoffatom der jeweiligen Silizium-Dotierstoff-Moleküle an den Ecken eines äußeren Mehrflächners angeordnet ist, und das Siliziumatom dieser Moleküle an den Ecken eines zum äußeren Mehrflächners seitenparallelen inneren Mehrflächners angeordnet ist, mit einer Steuereingangsstruktur (8-11; 18, 19, 100, 111) mit zumindest einem externen Modulationskondensator (19), der leitend mit einem Dipol (100) innerhalb der Emitter/Basisgrenze des Transistors verbunden ist, aus einem am Kondensator (19) anliegenden Steuereingangssignal (120) ein Trägersignal gewinnt und derart bemessen ist, daß die Halbwellenlänge des Trägersignals dem Abstand vom Dipol (100) zu der Mitte (130, 140) einer Fläche des inneren Silizium-Mehrflächners entspricht, um so dem Steuereingangssignal die durch diese Fläche definierte Ladungsträgerflußrichtung (16, 17) zur gegenüberliegenden parallelen Fläche und damit zur Kollektorschicht zu öffnen.
24. Transistor nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, daß an den Dipol (100) eine Vielzahl von Modulationskondensatoren (19) zur Einspeisung einer entsprechenden Vielzahl von Steuereingangssignalen (bis zu sechs Signale im Falle eines Makromoleküls mit Dodekaederstruktur) in das Makromolekül angeschlossen sind.

25. Transistor nach Anspruch 23 oder 24, dadurch gekennzeichnet, daß es eine hexaederförmige Struktur hat.
26. Transistor nach Anspruch 23, 24, dadurch gekennzeichnet, daß er eine dodekaederförmige Struktur hat.

1 / 4

Fig. 1

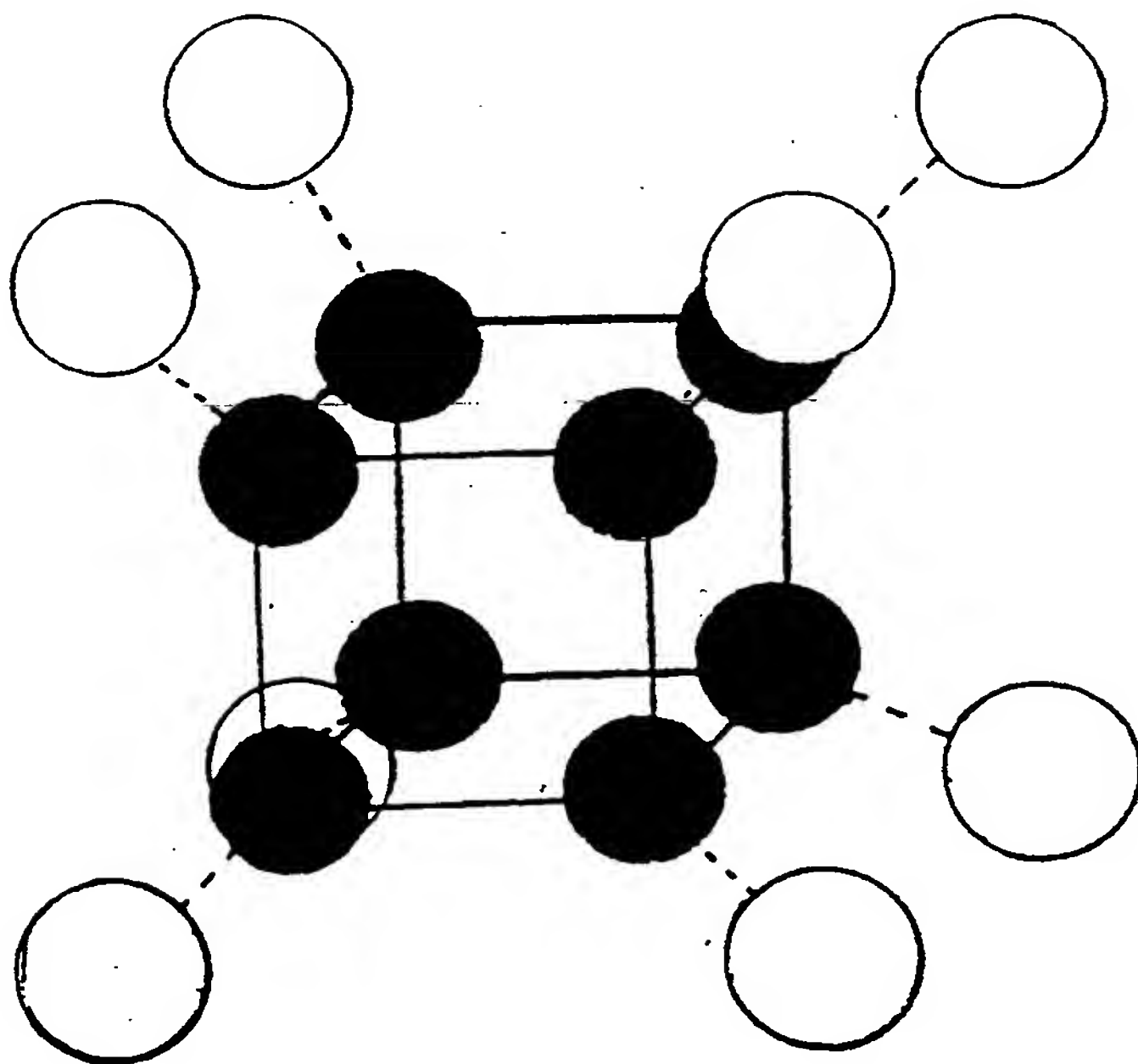
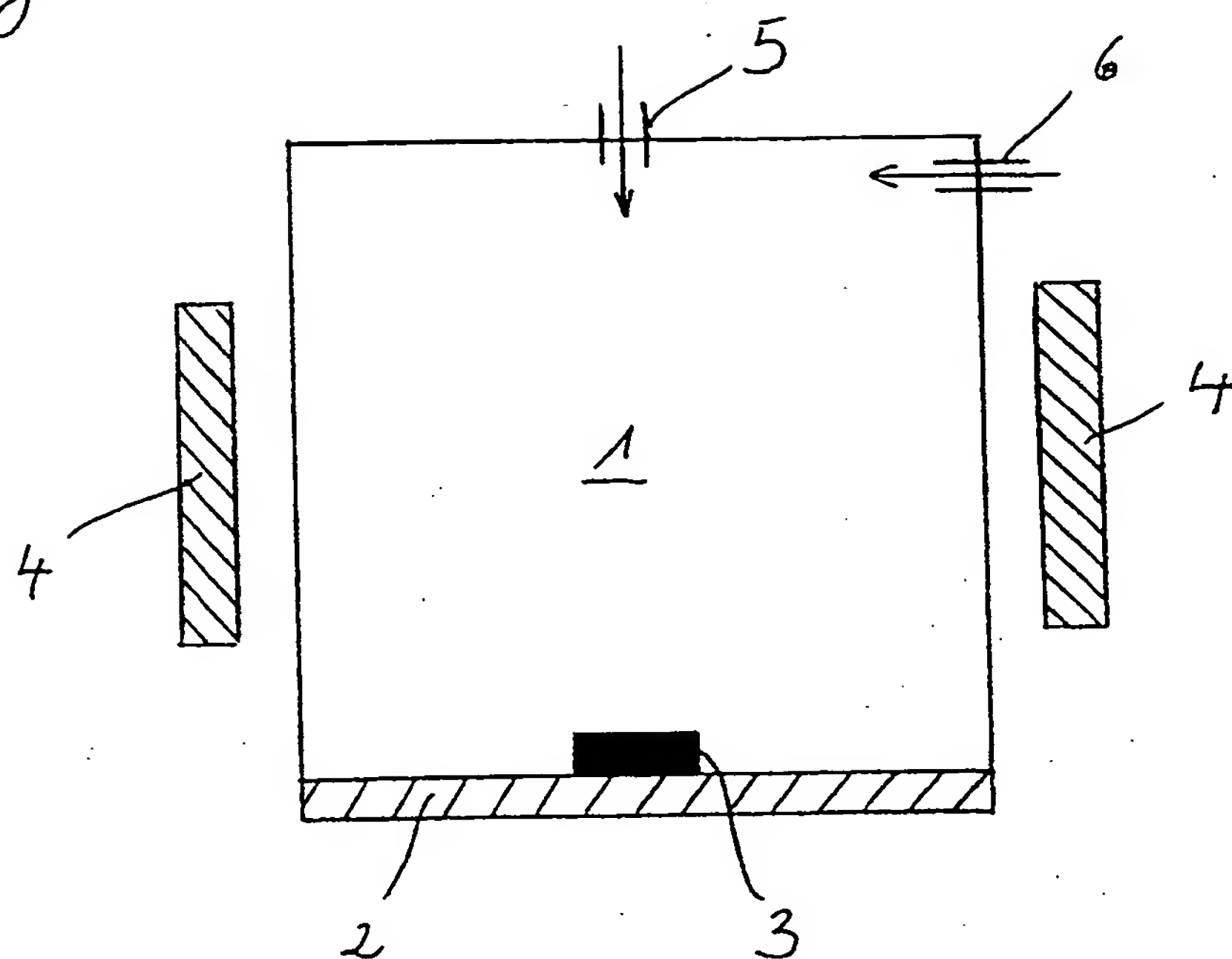


Fig. 3



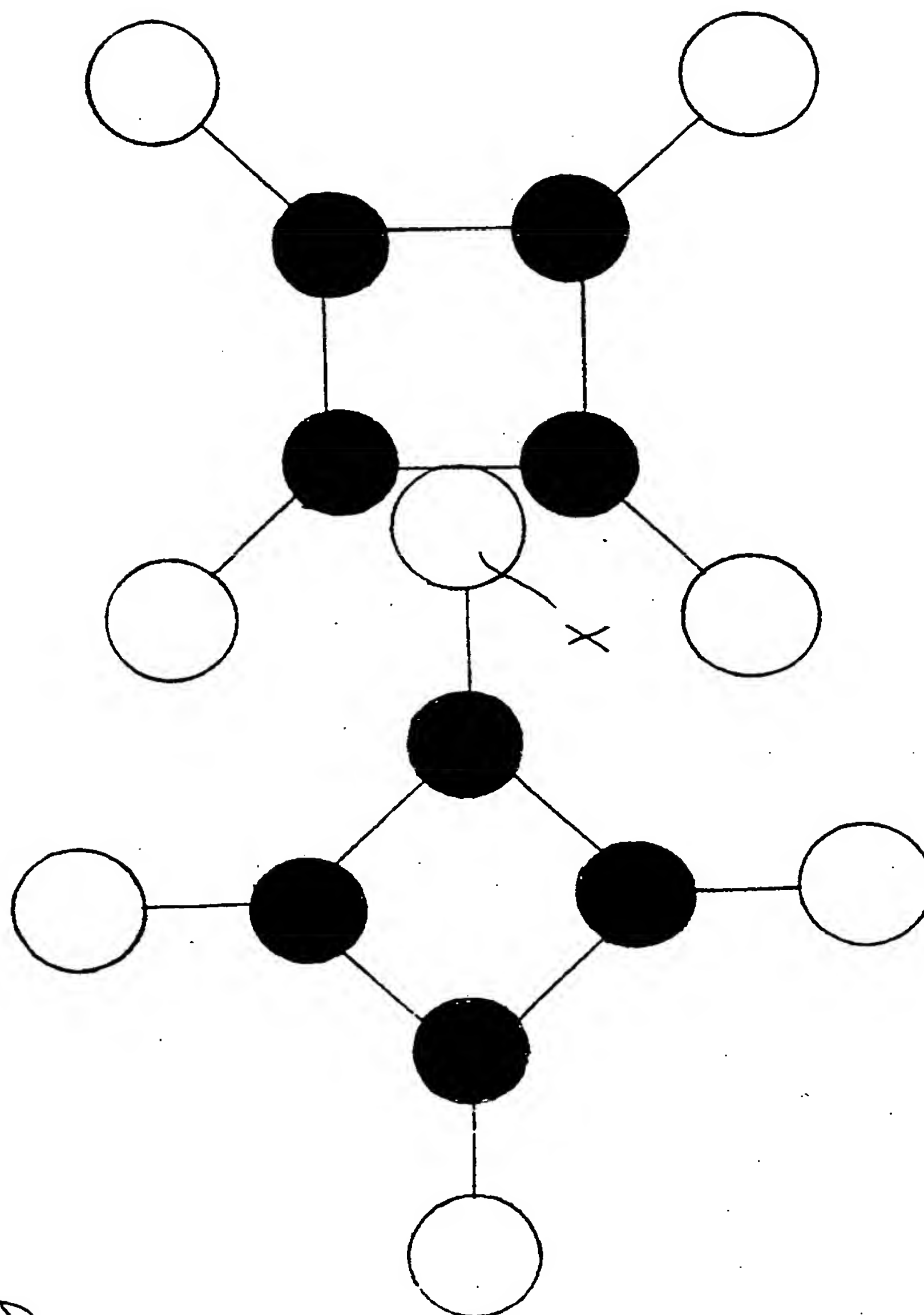


Fig. 2

Fig. 4

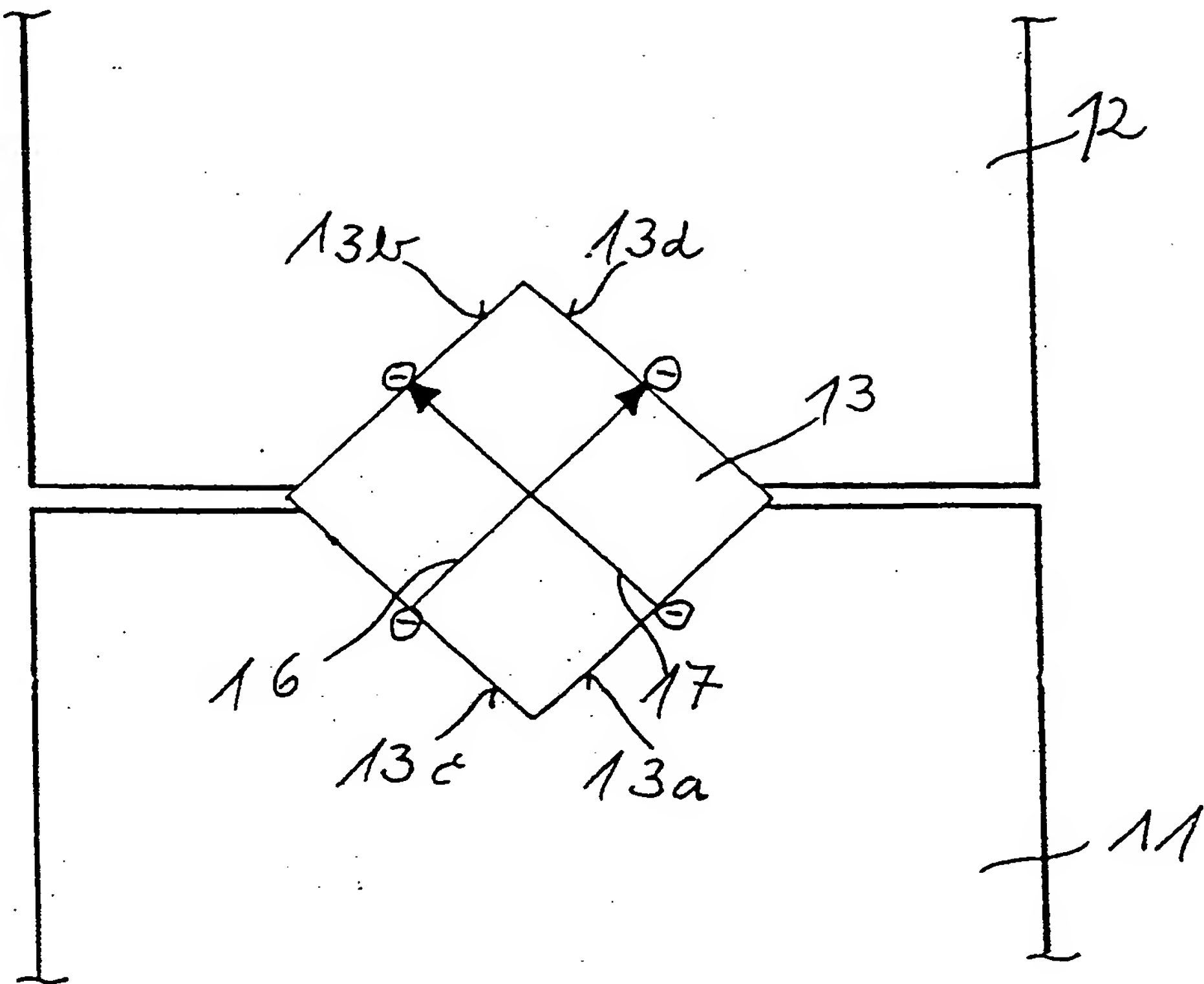


Fig. 5

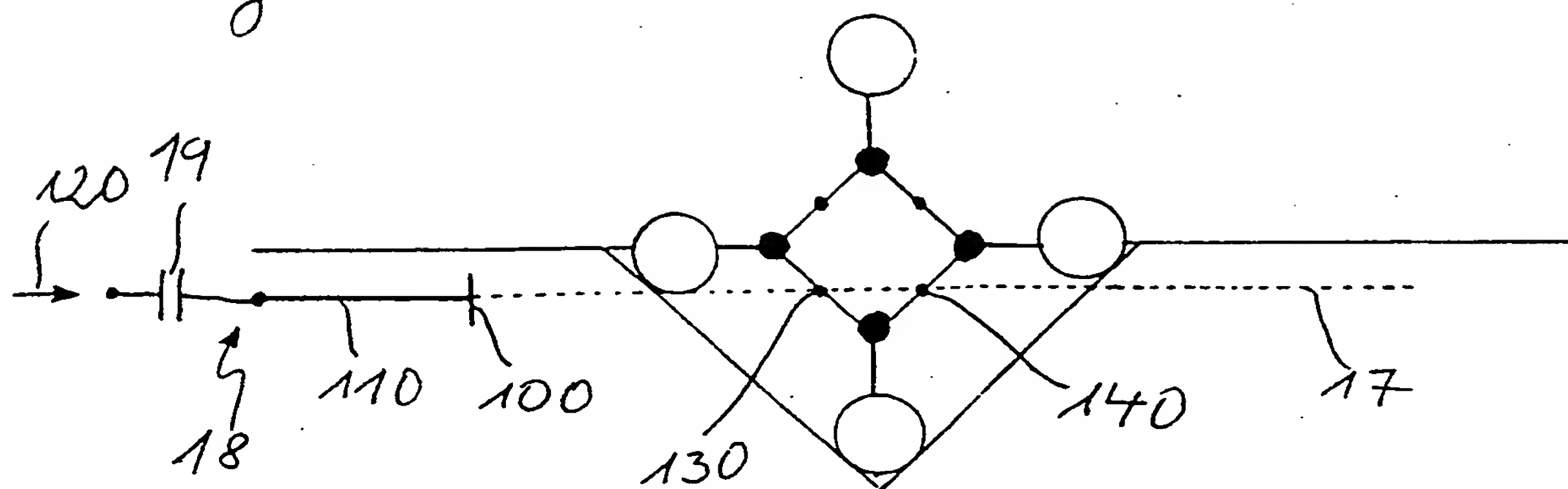
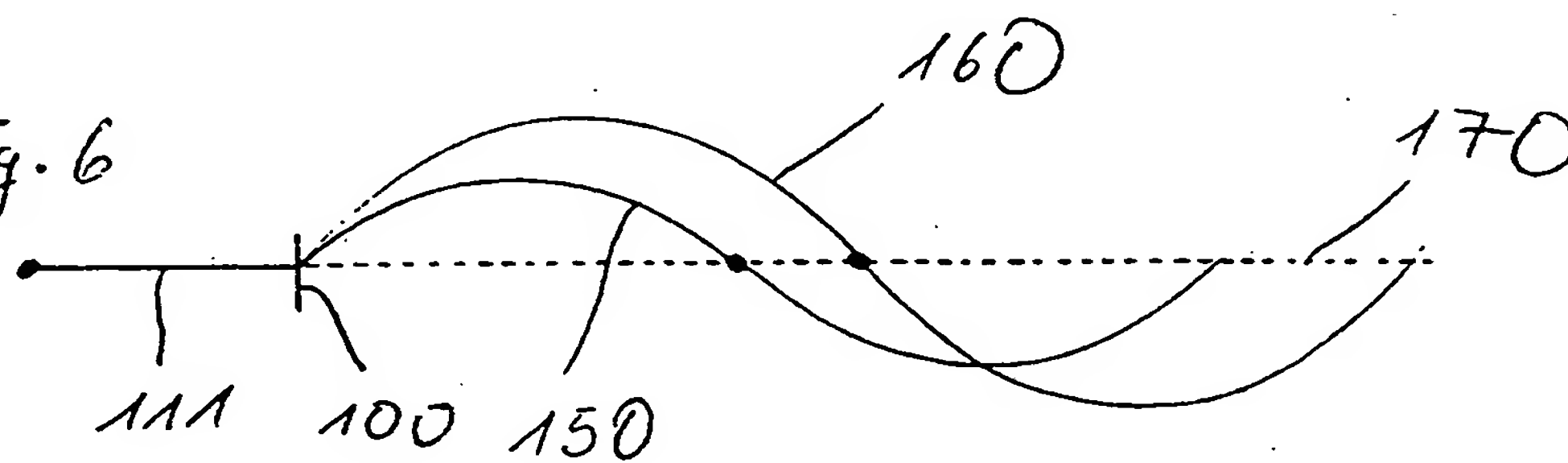


Fig. 6



PCT
 WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
 Internationales Büro
 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)



(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : <div style="text-align: center; font-weight: bold;">H01L 29/26</div>	A3	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 99/13511 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 18. März 1999 (18.03.99)									
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE98/02668</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 9. September 1998 (09.09.98)</p> <p>(30) Prioritätsdaten:</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 30%;">197 39 491.4</td> <td style="width: 30%;">9. September 1997 (09.09.97)</td> <td style="width: 40%;">DE</td> </tr> <tr> <td>197 43 755.9</td> <td>2. Oktober 1997 (02.10.97)</td> <td>DE</td> </tr> <tr> <td>197 46 395.9</td> <td>21. Oktober 1997 (21.10.97)</td> <td>DE</td> </tr> </table> <p>(71) Anmelder: SCHMITT, Klaus [DE/DE]; Salzstrasse 1a, D-85622 Feldkirchen (DE). MARTIN, Reinhold [DE/DE]; Salzstrasse 1a, D-85622 Feldkirchen (DE).</p> <p>(74) Anwalt: MARTIN, Reinhold; Altheimer Eck 5, D-80331 München (DE).</p> </div> <div style="width: 50%;"> <p>(81) Bestimmungsstaaten: AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE, GH, GM, HU, ID, IL, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, UZ, VN, YU, ZW, ARIPO Patent (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SZ, UG, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).</p> <p>Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i> <i>Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i></p> <p>(88) Veröffentlichungsdatum des internationalen Recherchenberichts: 6. Mai 1999 (06.05.99)</p> </div> </div>			197 39 491.4	9. September 1997 (09.09.97)	DE	197 43 755.9	2. Oktober 1997 (02.10.97)	DE	197 46 395.9	21. Oktober 1997 (21.10.97)	DE
197 39 491.4	9. September 1997 (09.09.97)	DE									
197 43 755.9	2. Oktober 1997 (02.10.97)	DE									
197 46 395.9	21. Oktober 1997 (21.10.97)	DE									
<p>(54) Title: P-DOPED SILICON MACROMOLECULE WITH A MULTILAYER STRUCTURE, METHOD FOR PRODUCING THE SAME, DEVICE FOR CARRYING OUT SAID METHOD, AND A TRANSISTOR CONSTRUCTED ON THE BASIS OF THE SILICON MACROMOLECULE</p> <p>(54) Bezeichnung: P-DOTIERTES SILIZIUM-MAKROMOLEKÜL MIT MEHRFLÄCHIGER STRUKTUR, VERFAHREN ZU SEINER HERSTELLUNG UND VORRICHTUNG ZUR DURCHFÜHRUNG DES VERFAHRENS SOWIE BASIEREND AUF DEM SILIZIUM-MAKROMOLEKÜL AUFGEBAUTER TRANSISTOR</p> <p>(57) Abstract</p> <p>The invention relates to a P-doped silicon macromolecule with a multilayer structure. A dopant atom is molecularly allocated to each silicon atom, the dopant atom of each molecule being located on the corners of an outer multi-surfaced structure and the silicon atom of each molecule being located on the corners of an inner multi-surfaced structure which is laterally parallel to the outer multi-surfaced structure.</p> <p>(57) Zusammenfassung</p> <p>Die Erfindung betrifft ein p-dotiertes Silizium-Makromolekül mit mehrflächiger Struktur, bei dem jedem Siliziumatom ein Dotierstoffatom molekular zugeordnet ist, das Dotierstoffatom der jeweiligen Moleküle an den Ecken eines äußeren Mehrflächners angeordnet ist, und das Siliziumatom der jeweiligen Moleküle an den Ecken eines zum äußeren Mehrflächner seitenparallelen inneren Mehrflächners angeordnet ist.</p>											

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidshon	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE 98/02668

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 6 H01L29/26

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 781 727 A (NEC CORPORATION) 2 July 1997	
A	SAITO S ET AL: "Electronic structure of Si/sub 20/ and C/sub 20/ fullerenes" PROCEEDINGS OF THE SYMPOSIUM ON RECENT ADVANCES IN THE CHEMISTRY AND PHYSICS OF FULLERENES AND RELATED MATERIALS. VOL.3, PROCEEDINGS OF FULLERENES: RECENT ADVANCES IN THE CHEMISTRY AND PHYSICS OF FULLERENES AND RELATED MATERIALS. VOL.3, LOS ANGELES, , pages 457-461, XP002094112 1996, Pennington, NJ, USA, Electrochem. Soc, USA	
A	US 4 213 781 A (NOREIKA ET AL.) 22 July 1980	

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

22 February 1999

Date of mailing of the international search report

12/03/1999

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Baillet, B

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

information on patent family members

International Application No

PCT/DE 98/02668

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 781727	A	02-07-1997	JP 2723099 B 09-03-1998
			JP 9183607 A 15-07-1997
			US 5800794 A 01-09-1998
<hr/>			
US 4213781	A	22-07-1980	NONE
<hr/>			

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 98/02668

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 6 H01L29/26

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 6 H01L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 781 727 A (NEC CORPORATION) 2. Juli 1997 ---	
A	SAITO S ET AL: "Electronic structure of Si/sub 20/ and C/sub 20/ fullerenes" PROCEEDINGS OF THE SYMPOSIUM ON RECENT ADVANCES IN THE CHEMISTRY AND PHYSICS OF FULLERENES AND RELATED MATERIALS. VOL.3, PROCEEDINGS OF FULLERENES: RECENT ADVANCES IN THE CHEMISTRY AND PHYSICS OF FULLERENES AND RELATED MATERIALS. VOL.3, LOS ANGELES, , Seiten 457-461, XP002094112 1996, Pennington, NJ, USA, Electrochem. Soc, USA ---	
A	US 4 213 781 A (NOREIKA ET AL.) 22. Juli 1980 -----	

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

22. Februar 1999

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

12/03/1999

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Baillet, B

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 98/02668

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 781727 A	02-07-1997	JP 2723099 B	09-03-1998
		JP 9183607 A	15-07-1997
		US 5800794 A	01-09-1998
<hr/>			
US 4213781 A	22-07-1980	KEINE	
<hr/>			